

УДК 637.358.

doi:10.20998/2413-4295.2018.09.25

ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ОТРИМАННЯ ГЕЛІВ НА ОСНОВІ ПОЛІСАХАРИДІВ РІЗНОГО ПОХОДЖЕННЯ

Д. О. БІДЮК^{1*}, Д. К. ДУШЕНОК², Ф. В. ПЕРЦЕВОЙ¹, Т. І. МАРЕНКОВА¹

¹ Кафедра технології харчування, Сумський національний аграрний університет, Суми, УКРАЇНА

² Кафедра технології харчування, Харківський державний університет харчування та торгівлі, Харків, УКРАЇНА

*email: xbach@ukr.net

АНОТАЦІЯ В статті наведено дані щодо встановлення впливу різних технологічних факторів – концентрації фуруцелларану, напівочищеного каппа-карагенану та камеді конжаку, тривалості та температури гідратації на міцність систем «фуруцелларан-камедь конжаку-вода», «напівочищений каппа-карагенан-камедь конжаку-вода». Визначено основні закономірності структуроутворення зазначених систем.

Ключові слова: каппа-карагенан; фуруцелларан; камедь конжаку; структуроутворення; міцність гелю.

SUBSTANTIATION OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF OBTAINING GELS ON THE BASIS OF POLYSACCHARIDES OF VARIOUS ORIGINS

D. BIDYUK^{1*}, D. DUSHENOK², F. PERTSEVOI¹, T. MARENKOVA¹

¹ Department of Food Technology, Sumy National Agrarian University, Sumy, UKRAINE

² Department of Food Technology, Kharkiv State University of Food Technology and Trade, Kharkiv, UKRAINE

ABSTRACT In the article the data on the influence of different technological factors - the concentration of fucellaran, semi-purified kappa-carrageenan and konjac gum, duration and temperature of hydration on the strength of the systems "fucellaran – konjac gum – water", "semi-purified kappa-carrageenan – konjac gum – water" are presented. The purpose of the research is to substantiate the technological parameters of obtaining gel-like structures using fucellaran, semi-purified kappa-carrageenan and konjac gum. The research objectives were to determine the dependencies of the effects of concentrations, the ratio of gelling agents, duration and temperature of dispersion on the strength of the systems under investigation. The conducted studies allowed to determine the dependence of the strength of gels on the basis of fucellaran and konjac gum, as well as semi-purified kappa-carrageenan and konjac gum on the ratio of formulation components. In the course of experimental studies synergic interaction was confirmed in the systems of «semi-purified kappa-carrageenan – konjac gum – water» and «fucellaran – konjac gum – water». It was established that the addition of konjac gum in the ratio of 30%:70% and 40%:60%, according to the composition of gels using semi-purified kappa-carrageenan and fucellaran, results in a significant increase in the strength of the studied systems compared to the control samples. The rational parameters of the hydration of the investigated mixtures are determined. It is reasonable for holding hydration (15...20) × 60s at a temperature no higher than 60°C for mixtures using semi-purified kappa-carrageenan and 40°C - using fucellaran. Determined that the combined use semi-purified kappa-carrageenan and konjac gum, fucellaran and konjac gum is promising and needs further research for the task.

Keywords: kappa-carrageenan; fucellaran; konjac gum; structure formation; gel strength.

Вступ

В умовах сучасної ринкової економіки успішний розвиток і функціонування підприємств харчової промисловості та закладів ресторанного господарства нерозривно зв'язані із розробкою інноваційних, економічно ефективних технологій та вдосконаленням вже існуючих.

На сьогодні підприємствами м'ясної промисловості широко використовуються так звані «м'ясні гранули» – гелеподібні напівфабрикати, що традиційно виготовляються на основі тваринних білків. Використання подібних напівфабрикатів зумовлено, в першу чергу, можливістю зниження собівартості готової продукції за рахунок часткової заміни м'ясної сировини. Згідно з рекомендаціями виробників, концентрація тваринних білків у «м'ясних гранулах» лежить в діапазоні 5%...15% і

залежить від марки білку та температури процесу гідратації [1, 2]. До недоліків використання тваринних білків можна віднести високі витрати сировини для отримання гелеподібних структур необхідної міцності, залежність міцності гелів від температури гідратації. В разі застосування способу холодної гідратації (t=10...15°C), перед виробниками постає питання суттєвого підвищення концентрації тваринного білку в системі, а використання способу гарячої гідратації (t=80...90°C) є трудомістким та не завжди зручним в умовах промислового виробництва.

Нами запропоновано, як ідею, використання синергетичної комбінації полісахаридів каппа-карагенану, фуруцелларану та камеді конжаку як основи для отримання «м'ясних гранул».

Використання полісахаридів є доцільним, в разі створення нових технологій виробництва харчової продукції, саме через можливості розробки напівфабрикатів

із регульованими структурно-механічними властивостями та отримання заданої структури при значно меншому їх вмісті ніж тваринні білки.

На сьогоднішній день в Україні структуроутворювачі полісахаридної природи користуються стабільно високим попитом, тому актуальним є пошук засобів зниження витрат цієї високоартісної та, здебільшого, імпортованої сировини, в тому числі – за рахунок створення нових композицій структуроутворювачів і реалізації певних синергетичних властивостей.

Карагенан – загальна назва сімейства водорозчинних, лінійних, аніонних, сульфатованих полісахаридів, що отримують шляхом екстракції з певних видів червоних морських водоростей *Rhodophyta*. Використання різних карагенанів (каппа, йота, лямбда) набуло широкого розповсюдження в технологіях багатьох харчових продуктів в якості загусників, гелеутворювачів, стабілізаторів тощо [3-7]. В країнах ЄС карагенан має статус харчової добавки з Е-індексом E407. Раніше окремий Е-індекс (E408) було надано і фурцелларану, але через близькість будови і властивостей цих полісахаридів, вони були об'єднані під одним Е-індексом (E407) [8].

Карагенан, залежно від ступеня очистки, поділяють на «очищений карагенан» (також відомий під назвою «філіппінський натуральний»), «напівочищений карагенан» та очищений особливим способом карагенан (або «борошно карагенану») [8].

Фурцелларан є аніонним частково сульфатованим полісахаридом, який отримують шляхом екстрагування з червоної морської водорості *Furcellaria lumbricalis*. Принципова різниця між фурцеллараном та каппа-карагенаном полягає у тому, що каппа-карагенан має один сульфатний залишок складного ефіру на два залишки цукрів, а фурцелларан – один сульфатний залишок складного ефіру на три або чотири залишки цукрів [9].

Вибір каппа-карагенану та фурцелларану для їх комбінування з камеддю конжаку обумовлений тим, що зазначені полісахариди червоних морських водоростей володіють схожими функціонально-технологічними властивостями – для підвищення міцності структури їх гелів, а також температур плавлення та гелеутворення необхідним є присутність іонів K^+ [8].

Камедь конжаку, або конжак глюкоманнан – полісахарид, що отримують шляхом екстракції з рослини *Amorphophallus Jonjac K. Koch*. Він є традиційною харчовою добавкою в Японії протягом останніх 600 років. Конжак глюкоманнан складається з мономерів D-глюкози та D-манози, що чергуються у молярних співвідношеннях 2:3 або 1:1,6, що з'єднані β -(1,4) зв'язками. Молекулярна маса глюкоманнану становить $(100...120) \times 10^4$ [10].

Камедь конжаку виконує функцію загусника, а утворення гелів можливе в разі видалення ацетильних груп, в лужному або кислому середовищі, із наступним утворенням деацетильованого

конжакового глюкоманнану. В цьому випадку утворюється незворотній та термостабільний гель [8, 11]. Також є можливим утворення нативних конжакових гелів (в разі відсутності лужного або кислотного агентів) за концентрації гелеутворювача 2-5% [8].

В останній час було проведено низку досліджень стосовно вивчення впливу конжаку на функціонально-технологічні властивості систем, що містять в своєму складі різні полісахариди [8-9, 12-13].

Авторами [8-9] зазначено можливість утворення високосинергетичних гелів між каппа-карагенаном та глюкоманнанами – наприклад, камеддю ріжкового дерева та камеддю конжаку. Крім підвищення міцності гелю, подібні камеді роблять структуру гелю більш еластичною та зменшують синерезис

Авторами [12] досліджено вплив камеді конжаку на функціонально-технологічні властивості систем на основі нативного крохмалю. Жарінов А.І. та ін. зазначають, що крохмаль не проявляє виражених синергетичних взаємодій із камеддю конжаку, за вибраних умов гідратації, але є можливим утворення міцного та стабільного гелю при певних співвідношеннях цих полісахаридів. Також автори відзначають позитивний вплив наявності хлориду натрію в середовищі гідратації на міцність і еластичність гелів як індивідуального, так і комплексного складу.

Авторами [13] досліджено вплив камеді конжаку на властивості структурованих бінарних систем «камедь конжаку-ксантан» та виявлено синергізм камеді конжаку та ксантану за певного їх співвідношення. Автори також відзначають більш задовільні показники міцності гелів в разі наявності в розчинах цукрози або хлориду натрію.

На основі наведених вище аналітичних досліджень було встановлено [8], що конжаковий глюкоманнан проявляє синергетичні властивості за його сумісного використання з каппа-карагенаном, формуючи системи із суттєво більшими показниками міцності, порівняно до контрольних зразків. Каппа-карагенан, наявний на ринку харчових добавок, як було зазначено вище, відрізняється за ступенем очищення від домішок на «очищений» та «напівочищений», що також суттєво впливає на його ринкову вартість. З огляду на те, що для гелеутворювачів в технологіях виробництва «м'ясних гранул» відсутня необхідність отримання прозорих гелів, вважаємо за доцільне використовувати саме напівочищений каппа-карагенан в ході подальших досліджень, що матиме позитивний вплив на собівартість готової продукції.

В ході аналізу літературних джерел нами не було виявлено систематизованих даних стосовно визначення оптимальних співвідношень рецептурних компонентів в системах «фурцелларан – камедь конжаку – вода», а параметри структуроутворення систем «напівочищений каппа-карагенан – камедь

конжаку – вода» є наближеними. При цьому в літературі на знайдено науково обґрунтованих даних щодо визначення раціональних параметрів – температури або тривалості диспергування, за якими було б можливим оптимізувати технологічний процес та рецептурний склад зазначених систем. Отже проведення досліджень, спрямованих на встановлення закономірностей отримання гелів на основі визначених комбінацій полісахаридів є актуальною задачею.

Мета роботи

Метою досліджень є обґрунтування технологічних параметрів отримання гелеподібних структур із використанням фуцелларану, напівочищеного каппа-карагенану та камеді конжаку.

Завданнями досліджень було встановлення залежностей впливу концентрацій, співвідношення гелеутворювачів, тривалості та температури диспергування на міцність досліджуваних систем.

Виклад основного матеріалу

Дослідження були проведені в Сумському національному аграрному університеті на базі наукової лабораторії «Інноваційних технологій харчової продукції» факультету харчових технологій.

Для досліджень нами було обрано фуцелларан фірми «Est-agar» (Естонія), напівочищений каппа-карагенан (Китай), камедь конжаку із вмістом глюкоманану 95,3% та ефективною в'язкістю 36600 мПа·с (Китай).

Предметами досліджень були гелі фуцелларану і його суміші з камеддю конжаку в концентраціях 1,0%, 1,5%, 2,0%, 2,5%, а також гелі напівочищеного каппа-карагенану і його суміші з камеддю конжаку в концентраціях 0,6%, 0,8%, 1,0%. При отриманні сумішей «фуцелларан – камедь конжаку» та «напівочищений каппа-карагенан – камедь конжаку», основний полісахарид замінювали на камедь конжаку в кількості від 10% до 90%, по відношенню до маси полісахариду, з інтервалом у 10%.

Міцність змішаних гелів із використанням полісахаридів визначали на приладі Валента після структуроутворення розчинів протягом 24 год. за температури $5 \pm 1^\circ\text{C}$. Для отримання розчинів полісахаридів їх диспергували у питній воді протягом $(5 \dots 30) \times 60$ с за $v = 16,7 \text{ c}^{-1}$ та $t = (40 \dots 80) \pm 1^\circ\text{C}$. Нижня межа температурного діапазону відповідає температурі плавлення гелів фуцелларану [14], верхня – мінімально необхідній температурі води при виготовленні м'ясних гранул [1, 2].

Для термостатування розчинів за температур $(40 \dots 80) \pm 1^\circ\text{C}$ використовували мішалку магнітну РІВА-03.4, диспергування в водній фазі здійснювали за допомогою лабораторної мішалки MLW ER10.

Дослідження міцності гелів проводили у 5-кратних повтореннях, експериментальні дані оброблювали з використанням критерію Ст'юдента, при цьому похибка експерименту не перевищувала 5,0% [15].

Обговорення результатів

У випадку виробництва гелеподібної харчової продукції на основі суміші структуроутворювачів полісахаридної природи, важливим показником, що характеризує наявність синергетичної взаємодії між ними, є міцність гелів.

Результати досліджень міцності гелів фуцелларану, напівочищеного каппа-карагенану, та сумішей «фуцелларан – камедь конжаку», «напівочищений каппа-карагенан – камедь конжаку» від концентрацій гелеутворювачів наведені на рис. 1-2.

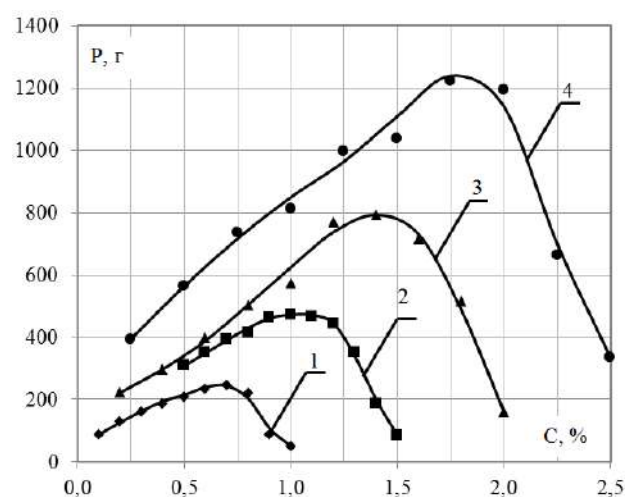


Рис. 1 – Залежність міцності структури гелів на основі фуцелларану та його сумішей з камеддю конжаку при загальному вмісті полісахаридів
1 - 1,0%, 2 - 1,5%, 3 - 2,0%, 4 - 2,5%

Аналізом експериментальних даних встановлено, що загальною тенденцією для досліджуваних зразків є набування максимальних значень міцності гелів за співвідношення фуцелларан : камедь конжаку як 70%:30% (рис. 1) та напівочищений каппа-карагенан : камедь конжаку як 60%:40% (рис. 2).

Встановлено (рис. 1), що міцність гелів збільшуються в разі заміни фуцелларану на камедь конжаку, при цьому екстремум міцності приходить на співвідношення 70%:30%.

Максимальні значення вимірюваного показнику складають: для суміші «фуцелларан 1,75% – камедь конжаку 0,75%» – $1223 \pm 43,6$ г; суміші «фуцелларан 1,40% – камедь конжаку 0,60%» – $792,6 \pm 20,3$ г; суміші «фуцелларан 1,10% – камедь конжаку 0,40%» – $464,8 \pm 8,3$ г; суміші «фуцелларан 0,70% – камедь конжаку 0,30%» – $244 \pm 9,8$ г.

При використанні напівочищеного каппа-карагенану (рис. 2), тенденція до збільшення значення міцності змішаних гелів зберігається.

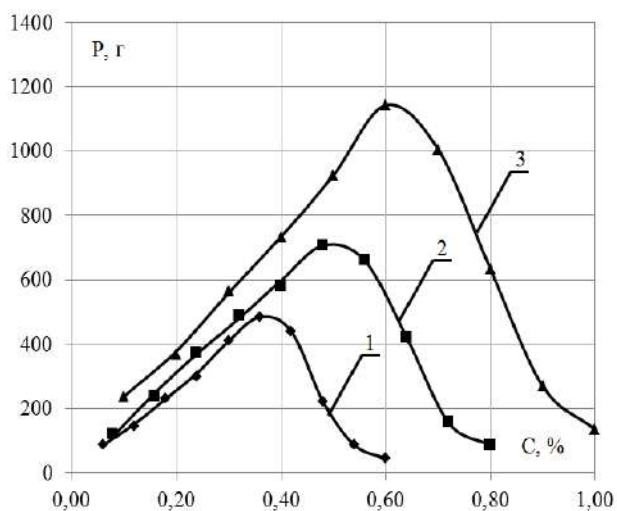


Рис. 2 – Залежність міцності структури гелів на основі напівочищеного каппа-карагенану та його сумішей з камеддю конжаку при загальному вмісті полісахаридів 1 - 0,6%, 2 - 0,8%, 3 - 1,0%

Максимальні значення вимірюваного показнику складають: для суміші «напівочищений каппа-карагенан 0,70% – камедь конжаку 0,30%» – $1142,5 \pm 46,4$ г; суміші «напівочищений каппа-карагенан 0,56% – камедь конжаку 0,24%» – $706,6 \pm 16,3$ г; суміші «напівочищений каппа-карагенан 0,42% – камедь конжаку 0,18%» – $484,6 \pm 18,7$ г.

Було досліджено вплив температури гідратації на міцність змішаних гелів за їх оптимального співвідношення та тривалості диспергування 5×60 с (рис. 3). Встановлено, що підвищення температури гідратації має позитивний вплив на міцність досліджуваних зразків. Так, для гелів із концентрацією фуцелларану 0,70% та камеді конжаку 0,30% показник міцності збільшується з $191,4 \pm 5,4$ г за температури $40 \pm 1^\circ\text{C}$ до $335 \pm 4,4$ г за температури $90 \pm 1^\circ\text{C}$. Для гелів із вмістом напівочищеного каппа-карагенану 0,42% та камеді конжаку 0,18% показник міцності становить $256 \pm 9,8$ г за температури $40 \pm 1^\circ\text{C}$ та $629,6 \pm 21,6$ г за температури $90 \pm 1^\circ\text{C}$. Подібне зростання досліджуваного показнику за підвищення температури може свідчити, очевидно, про неповне розчинення полісахаридних гелеутворювачів за температур нижче 80°C .

На наступному етапі було досліджено вплив тривалості та температури гідратації на міцність гелів фуцелларану та камеді конжаку за їх раціонального співвідношення (рис. 4).

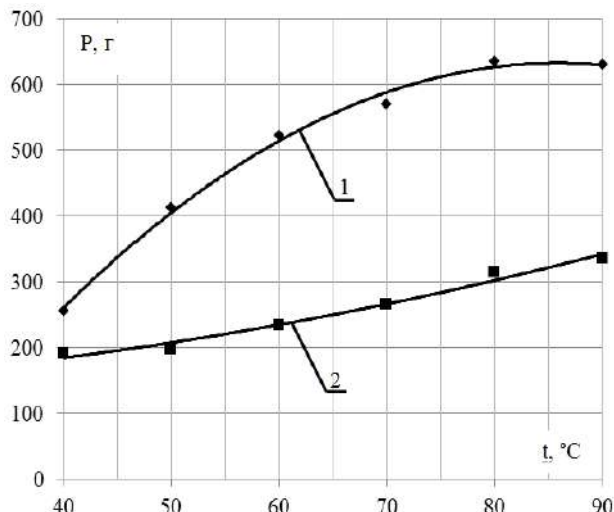


Рис. 3 – Залежність міцності структури гелів на основі сумішей напівочищеного каппа-карагенану з камеддю конжаку за їх загального вмісту 0,6% при співвідношенні полісахаридів 60%:40% (1) та фуцелларану з камеддю конжаку за їх загального вмісту 1,0% при співвідношенні полісахаридів 70%:30% (2) від температури гідратації за тривалості диспергування 5×60 с

Встановлено, що досліджені зразки набувають максимальних значень міцності в разі диспергування протягом 15×60 с, що, відносно до температур розчинів, становлять: $40 \pm 1^\circ\text{C}$ – $346,8 \pm 11,9$ г, $50 \pm 1^\circ\text{C}$ – $339,2 \pm 5,5$ г, $60 \pm 1^\circ\text{C}$ – $321 \pm 7,9$ г, $70 \pm 1^\circ\text{C}$ – $310,8 \pm 7,6$ г, $80 \pm 1^\circ\text{C}$ – $293 \pm 7,4$ г.

Було досліджено вплив тривалості та температури гідратації на міцність гелів напівочищеного каппа-карагенану та камеді конжаку за їх раціонального співвідношення (рис. 5).

Встановлено, що для досліджених зразків характерним є поступове збільшення значень міцності в ході диспергування протягом 30×60 с, що, відносно до температур розчинів, становлять: $40 \pm 1^\circ\text{C}$ – $426 \pm 13,6$ г, $50 \pm 1^\circ\text{C}$ – $728,3 \pm 24,1$ г, $60 \pm 1^\circ\text{C}$ – $836,6 \pm 25,1$ г, $70 \pm 1^\circ\text{C}$ – $780,8 \pm 29,3$ г, $80 \pm 1^\circ\text{C}$ – $737,6 \pm 24,1$ г.

Спираючись на отримані дані можна зазначити, що тривалість та температура диспергування розчинів полісахаридів суттєво впливає на міцність отриманих гелеподібних систем.

Включення камеді конжаку до складу гелів фуцелларану дозволяє збільшити міцність досліджуваних систем в 1,76...4,9 раз – для змішаних гелів із вмістом структуроутворювачів 1,0%, 2,4...5,6 раз – для змішаних гелів із вмістом структуроутворювачів 1,5%, 1,4...5,0 раз – для змішаних гелів із вмістом структуроутворювачів 2,0%, 1,2...3,6 раз – для змішаних гелів із вмістом структуроутворювачів 2,5%.

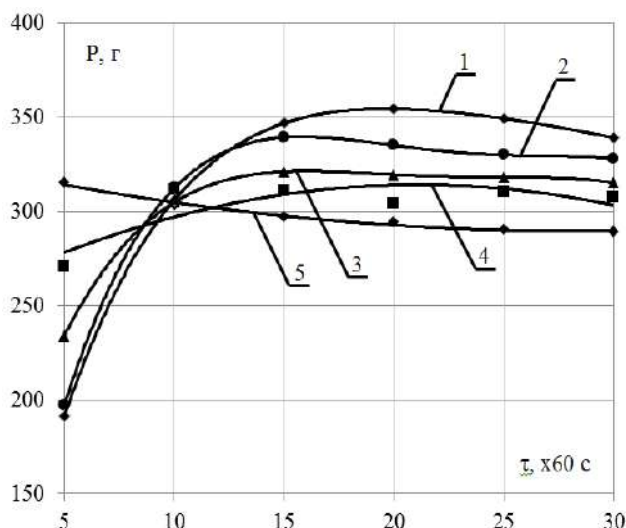


Рис. 4 – Залежність міцності структури гелів на основі сумішей фуруцелларану з камеддю конжаку за їх загального вмісту 1,0% при співвідношенні полісахаридів 70%:30% від тривалості диспергування за температури гідратації: 1 – $40\pm 1^\circ\text{C}$, 2 – $50\pm 1^\circ\text{C}$, 3 – $60\pm 1^\circ\text{C}$, 4 – $70\pm 1^\circ\text{C}$, 5 – $80\pm 1^\circ\text{C}$

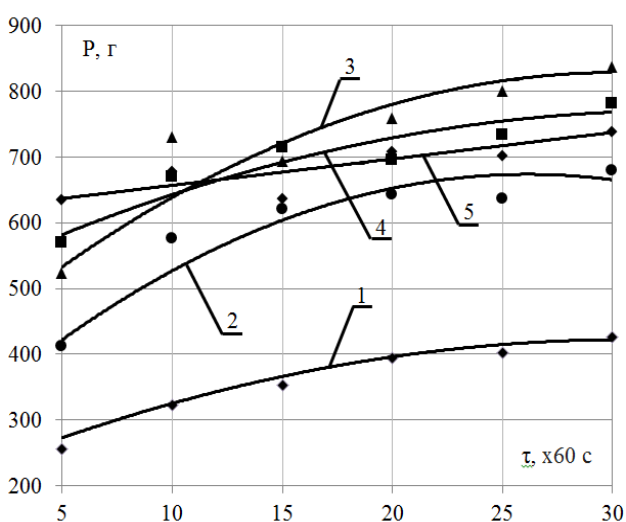


Рис. 5 – Залежність міцності структури гелів на основі сумішей напівочищеного каппа-карагенану з камеддю конжаку за їх загального вмісту 0,6% при співвідношенні полісахаридів 60%:40% від тривалості диспергування за температури гідратації: 1 – $40\pm 1^\circ\text{C}$, 2 – $50\pm 1^\circ\text{C}$, 3 – $60\pm 1^\circ\text{C}$, 4 – $70\pm 1^\circ\text{C}$, 5 – $80\pm 1^\circ\text{C}$

Включення камеді конжаку до складу розчинів напівочищеного каппа-карагенану дозволяє збільшити міцність досліджуваних систем в 2,0...11,0 раз – для гелів із вмістом структуроутворювачів 0,6%, 1,4...8,3 раз – для гелів із вмістом структуроутворювачів 0,8%, 1,8...8,5 раз – для гелів із вмістом структуроутворювачів 1,0%.

З огляду на наведені вище теоретичні передумови гелеутворення було підтверджено, що суттєве підвищення показнику міцності досліджуваних гелів відбувається за рахунок наявності синергетичної взаємодії в системах «фуруцелларан – камедь конжаку» та «напівочищений каппа-карагенан – камедь конжаку».

Висновки

Проведені дослідження дозволили встановити залежність міцності гелів «фуруцелларан – камедь конжаку» та «напівочищений каппа-карагенан – камедь конжаку» від співвідношення рецептурних компонентів.

В ході експериментальних досліджень було підтверджено синергетичну взаємодію в системах «напівочищений каппа-карагенан – камедь конжаку – вода» та «фуруцелларан – камедь конжаку – вода». Встановлено, що додавання камеді конжаку в співвідношенні 40%:60% і 30%:70% відповідно до складу гелів із використанням напівочищеного каппа-карагенану та фуруцелларану призводить до суттєвого збільшення показнику міцності досліджуваних систем, порівняно до контрольних зразків.

Визначено раціональні параметри проведення гідратації досліджених сумішей. Доцільним є проведення гідратації протягом $(15...20)\times 60$ с за температури не вище 60°C для сумішей з використанням напівочищеного каппа-карагенану та 40°C – з використанням фуруцелларану.

Можемо зазначити, що сумісне застосування напівочищеного каппа-карагенану та камеді конжаку, фуруцелларану та камеді конжаку є перспективним та потребує проведення подальших досліджень для вирішення поставлених завдань.

Список літератури

1. Scanflavour [Електронний ресурс]. URL: <http://www.scanflavour.com/>.
2. Essentia protein solutions [Електронний ресурс]. URL Режим доступу: <http://essentiaproteins.com/>.
3. Prajapati, V. D. Carrageenan: a natural seaweed polysaccharide and its application / V. D. Prajapati, P. M. Maheriya, G. K. Jani, H. K. Solanki // *Carbohydrate Polymers*. – 2014. – № 105. – P. 97-112. – doi: 10.1016/j.carbpol.2014.01.067.
4. Van de Velde, F. H-1 and C-13 high resolution NMR spectroscopy of carrageenans: application in research and industry / F. Van de Velde, S. H. Knutsen, A. I. Usov, H. S. Rollema, A. S. Cerezo // *Trends in Food Science & Technology*. – 2002. – №13(3). – P. 73-92. – doi: 10.1016/S0924-2244(02)00066-3.
5. Van de Velde, F. Carrageenan: a food-grade and biocompatible support for immobilization techniques / F. Van de Velde, N. D. Lourenco, H. M. Pinheiro, M. Bakker // *Advanced Synthesis & Catalysis*. – 2002. – №344(8). – P. 815-835. – doi: 10.1002/1615-4169(200209)344:8<815::AID-ADSC815>3.0.CO;2-H.

6. **Campo, V. L.** Carrageenans: biological properties, chemical modifications and structural analysis – a review / **V. L. Campo, D. F. Kawano, D. B. Silva, I. Carvalho** // *Carbohydrate Polymers*. – 2009. – №77(2). – P. 167-180. – doi: 10.1016/j.carbpol.2009.01.020.
7. **Van de Velde, F.** The structure of kappa/iota-hybrid carrageenans II. Coil-helix transition as a function of chain composition / **F. Van de Velde, A. S. Antipova, H. S. Rollema, T. V. Burova, N. V. Grinberg, L. Pereira** // *Carbohydrate Research*. – 2005. – №340(6). – P. 1113-1129. – doi: 10.1016/j.carres.2005.02.015.
8. **Аймесон, А.** Пищевые загустители, стабилизаторы, гелеобразователи / **А. Аймесон** (ред.-сост.). — Перев. с англ. д-ра хим. наук С. В. Макарова. — СПб.: ИД «Профессия», 2012. — 408 с.
9. **Roy, L. Whistler** Industrial gums : polysaccharides and their derivatives / ed. by **Roy L. Whistler, James N. BeMiller**. - 3rd ed. - Academic Press, Inc., 1993. - P. 807.
10. **Ozu, E. M.** Physical and chemical properties of glucomannan gels and related polysaccharide / **E. M. Ozu, I. C. Baianu, L. S. Wei, H. Pessen, T. F. Kumosinski** // *Physical Chemistry of Food Processes*. – 1992. – №2. – P. 487-517.
11. **Маекяжи, К.** The mechanism of gelation of konjac mannan / **K. Maekaji** // *Agricultural and Biological Chemistry*. – 1974. – №38. – P. 315-321. – doi: 10.1271/bbb1961.38.315.
12. **Жаринов, А. И.** Влияние конжака на функционально-технологические свойства систем на основе нативного крахмала / **А. И. Жаринов, О. Н. Антонова** // *ИЗВЕСТИЯ ВУЗОВ. ПИЩЕВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ*. – 2011. – №4. – С. 10-13.
13. **Жаринов, А. И.** Бинарные системы на основе ксантана: влияние конжака / **А. И. Жаринов, О. Н. Антонова, Е. А. Кондратенко** // *Молочная промышленность*. – 2010. – №10. – С. 56-57.
14. **Душенюк Д. К.** Дослідження температури плавлення гелів з використанням фурицелларану та желатину / **Д. К. Душенюк, Д. О. Бідюк, Ф. В. Перцевой, М. П. Кривонос** // *Вісник ХНТУСГ*. – 2016. – №179. – С. 221-227.
15. **Ратушный, А. С.** Математико-статистическая обработка опытных данных в технологии продуктов общественного питания [Текст] / Сост. **А. С. Ратушный, В. Г. Топольник**. – М. : Изд-во Рос. экон. акад., 1993. – 176 с.
- application in research and industry. *Trends in Food Science & Technology*. 2002, **13(3)**, 73-92, doi: 10.1016/S0924-2244(02)00066-3.
5. **Van de Velde, F., Lourenco, N. D., Pinheiro, H. M., Bakker, M.** Carrageenan: a food-grade and biocompatible support for immobilization techniques. *Advanced Synthesis & Catalysis*, 2002, **344(8)**, 815-835, doi: 10.1002/1615-4169(200209)344:8<815::AID-ADSC815>3.0.CO;2-H.
6. **Campo, V. L., Kawano, D. F., Silva, D. B., Carvalho, I.** Carrageenans: biological properties, chemical modifications and structural analysis – a review. *Carbohydrate Polymers*, 2009, **77(2)**, 167-180, doi: 10.1016/j.carbpol.2009.01.020.
7. **Van de Velde, F., Antipova, A. S., Rollema, H. S., Burova, T. V., Grinberg, N. V., Pereira, L.** The structure of kappa/iota-hybrid carrageenans II. Coil-helix transition as a function of chain composition. *Carbohydrate Research*, 2005, **340(6)**, 1113-1129, doi: 10.1016/j.carres.2005.02.015.
8. **Aymeson, A.** Pishchevyye zagustiteli, stabilizatory, geleobrazovateli [Food Stabilisers, Thickeners and Gelling Agents]. — Perev. s angl. d-ra khim. nauk S. V. Makarova. — SPb.: ID «Professiya», 2012. — 408 s.
9. **Roy, L. Whistler.** Industrial gums : polysaccharides and their derivatives / ed. by **Roy L. Whistler, James N. BeMiller**. - 3rd ed. - Academic Press, Inc., 1993. - P. 807.
10. **Ozu, E. M., Baianu, I. C., Wei, L. S., Pessen, H., Kumosinski, T. F.** Physical and chemical properties of glucomannan gels and related polysaccharide. *Physical Chemistry of Food Processes*, 1992, **2**, 487-517.
11. **Maekaji, K.** The mechanism of gelation of konjac mannan. *Agricultural and Biological Chemistry*, 1974, **38(2)**, 315-321, doi: 10.1271/bbb1961.38.315.
12. **Zharinov, A. I., Antonova, O. N.** Vliyaniye konzhaka na funktsional'no-tekhnologicheskiye svoystva sistem na osnove nativnogo krakhmala [The influence of konjak on the functional and technological properties of systems based on native starch]. *Izvestiya vuzov. Pishchевaya tekhnologiya [The novelty of high schools. Food technology]*, 2011, **4**, 10-13.
13. **Zharinov, A. I., Antonova, O. N., Kondratenko, Ye. A.** Binarneye sistemy na osnove ksantana: vliyaniye konzhaka [Binary systems based on xanthan: the influence of konjak]. *Molochnaya promyshlennost' [Dairy industry]*, 2010, **10**, 56-57.
14. **Dushenok, D. K., Bidyuk, D. O., Pertsevov, F. V., Kryvonos, M. P.** Doslidzhennya temperatury plavlennya heliv z vykorystannyam furtsellaranu ta zhelatynu [Investigation of the melting temperature of gels using furcellaran and gelatin]. *Visnyk KHNTUSH*, 2016, **179**, 221-227.
15. **Ratushnyy, A. S.** Matematiko-statisticheskaya obrabotka opytnykh dannykh v tekhnologii produktov obshchestvennogo pitaniya [Mathematical and statistical processing of experimental data in the public food technology] [Text] / Sost. **A. S. Ratushnyy, V. G. Topol'nik**. – M. : Izd-vo Ros. ekon. akad., 1993. – 176.

Bibliography (transliterated)

1. Scanflavour. Available at: <http://www.scanflavour.com/>.
2. Essentia protein solutions. Available at: <http://essentiaproteins.com/>.
3. **Prajapati, V. D., Maheriya, P. M., Jani, G. K., Solanki, H. K.** Carrageenan: a natural seaweed polysaccharide and its application. *Carbohydrate Polymers*. 2014, **105(1)**, 97-112, doi: 10.1016/j.carbpol.2014.01.067.
4. **Van de Velde, F., Knutsen, S. H., Usov, A. I., Rollema, H. S., Cerezo, A. S.** H-1 and C-13 high resolution NMR spectroscopy of carrageenans:

Відомості про авторів (About authors)

Бідюк Дмитро Олегович – кандидат технічних наук, Сумський національний аграрний університет, доцент кафедри технології харчування; м. Суми, Україна; e-mail: xbach@ukr.net.

Dmytro Bidiuk – Candidate of Technical Sciences, Sumy National Agrarian University, Docent of the Department of Food Technology; Sumy, Ukraine; e-mail: xbach@ukr.net.

Душенюк Дмитро Костянтинович – Харківський державний університет харчування та торгівлі, аспірант кафедри технології харчування, м. Харків, Україна; e-mail: dushenok.dmitriy@gmail.com.

Dmytro Dushenok – Kharkiv State University of Food Technology and Trade, Ph. D. Student of the Department of Food Technology, Kharkiv, Ukraine; e-mail: dushenok.dmitriy@gmail.com.

Перцевой Федір Всеволодович – доктор технічних наук, професор, Сумський національний аграрний університет, завідувач кафедри технології харчування; м. Суми, Україна; e-mail: pertsevov.f@gmail.com.

Fedir Pertsevov – Doctor of Technical Sciences, Professor, Sumy National Agrarian University, Head of the Department of Food Technology; Sumy, Ukraine; e-mail: pertsevov.f@gmail.com.

Маренкова Тетяна Іванівна – Сумський національний аграрний університет, ст. викладач кафедри технології харчування; м. Суми, Україна; e-mail: tanya_201@ukr.net.

Tetyana Marenkova – Sumy National Agrarian University, Senior Lecturer at the Department of Food Technology; Sumy, Ukraine; e-mail: tanya_201@ukr.net.

Будь ласка, посилайтесь на цю статтю наступним чином:

Бідюк, Д. О. Обґрунтування технологічних параметрів отримання гелів на основі полісахаридів різного походження / **Д. О. Бідюк, Д. К. Душенюк, Ф. В. Перцевой, Т. І. Маренкова** // *Вісник НТУ «ХПІ», Серія: Нові рішення в сучасних технологіях.* – Харків: НТУ «ХПІ». – 2018. – № 9 (1285). – С. 172-178. – doi:10.20998/2413-4295.2018.09.25.

Please cite this article as:

Bidyuk, D., Dushenok, D., Pertsevov, F., Marenkova, M. Substantiation of technological parameters of obtaining gels on the basis of polysaccharides of various origins. *Bulletin of NTU "KhPI". Series: New solutions in modern technologies.* – Kharkiv: NTU "KhPI", 2018, 9 (1285), 172-178, doi:10.20998/2413-4295.2018.09.25.

Пожалуйста, ссылайтесь на эту статью следующим образом:

Бидюк, Д. О. Обоснование технологических параметров получения гелей на основе полисахаридов разного происхождения / **Д. О. Бидюк, Д. К. Душенюк, Ф. В. Перцевой, Т. И. Маренкова** // *Вестник НТУ «ХПИ», Серія: Новые решения в современных технологиях.* – Харьков: НТУ «ХПИ». – 2018. – № 9 (1285). – С. 172-178. – doi:10.20998/2413-4295.2018.09.25.

АННОТАЦИЯ В статье приведены данные об установлении влияния различных технологических факторов – концентрации фурицелларана, полуочищенного каппа-карагенана и камеди конжака, продолжительности и температуры гидратации на прочность систем «фурицелларан-камедь конжака-вода», «полуочищенный каппа-карагенан-камедь конжака-вода». Определены основные закономерности структурообразования указанных систем.

Ключевые слова: каппа-карагенан; фурицелларан; камедь конжака; структурообразование; прочность геля.

Надійшла (received) 08.03.2018